

## 複数の画像からの画像合成

### BACKGROUND OF THE INVENTION

#### 5 1. Field of the Invention

[0001]

この発明は、互いに一部が重複している複数の画像を合成して広範囲な画像を得る技術に関し、特に、少ない処理量で広範囲な画像を得ることを目的とする。

10

#### 2. Description of the Related Art

[0002]

従来より、互いに一部が重複している複数のデジタル写真を合成して広範囲なパノラマ画像を得る技術が存在する。たとえば、特開平9-91407号公報においては、合成した画像の中から特定の範囲の画像を抽出して、パノラマ画像とする技術が開示されている。また、その他の関連技術として特許第3302236号公報がある。

15

[0003]

しかし、上記の技術においては、複数のデジタル画像の合成に要する処理量が膨大となる。このため、コンピュータのメモリを大量に消費し、また、処理に長い時間を要する。

20

[0004]

この発明は、従来技術における上述の課題を取り扱うためになされたものであり、互いに一部が重複している複数の画像を合成して画像を得る際に、少ない処理量で画像を得ることを目的とする。

25

### SUMMARY OF THE INVENTION

[0005]

上述の課題の少なくとも一部を取り扱うため、本発明では、共通する画像を互いに含む複数の原画像からパノラマ画像を生成する際に以下のような処理を行う。すなわち、まず、原画像よりも解像度の低い低解像度画像を各原画像から生成する。そして、共有されている画像領域から特定される低解像度画像の互いの重なりの状態を特定することにより、パノラマ画像を生成することができ  
5 る生成可能領域を決定する。その後、生成可能領域内において、低解像度画像の1個分の領域を超える領域を、パノラマ画像を生成する画像生成領域として決定する。そして、複数の原画像から、画像生成領域に対応する領域を有するパノラマ画像を生成する。このような態様とすれば、互いに一部が重複して  
10 いる複数の画像を合成して広範囲な画像を得る際に、少ない処理量で広範囲な画像を得ることができる。

[0006]

また、複数の原画像から合成画像を生成する際に、以下のような態様を採用  
15 することもできる。すなわち、まず、生成すべき合成画像に含まれ、かつ複数の原画像のいずれかに含まれる複数の部分原画像を決定する。そして、合成画像を生成するための所定の処理を、原画像のうち部分原画像を含む所定の処理領域以外の部分については行わずに、処理領域について行って、複数の部分原  
20 画像に基づいて合成画像を生成する。このような態様としても、少ない処理量で新たな画像を得ることができる。

[0007]

なお、処理領域は、原画像に含まれ部分画像の外周から部分画像の外側に向かって所定の距離の範囲内にある領域と、部分原画像の領域と、を含む領域と  
25 することができる。また、処理領域は、部分原画像の領域に等しい領域とすることもできる。

[0008]

また、複数の原画像が、同一の対象が記録された部分を互いに含む場合には、部分原画像を決定する際に、以下のような処理を行うこともできる。すなわ

ち、まず、複数の原画像について解像度の変換を行って、原画像よりも解像度の低い複数の低解像度画像を生成する。そして、低解像度画像のうち同一の対象が記録された部分に基づいて、複数の低解像度画像の領域から、各低解像度画像の領域の和の領域（和集合の領域）を決定する。その後、和の領域内に、

5 低解像度画像の1個分の領域を超える画像生成領域を決定する。そして、部分原画像として、各低解像度画像のうち画像生成領域に含まれる低解像度部分画像に対応する各原画像の部分を決

[0009]

このような態様においては、低解像度画像を使用して、まず新たな画像の生成に必要な部分を決定する。そして、その必要な部分の画像に基づいて新たな画像を生成している。このため、不必要な部分も含めてすべての画像について合成を行う場合に比べて、少ない処理量で新たな画像を得ることができる。

10

[0010]

また、和の領域を決定する際には、同一の対象が記録された部分に基づいて、複数の低解像度画像同士の相対位置を計算することが好ましい。そして、画像生成領域を決定する際には、以下のような態様とすることが好ましい。すなわち、まず、相対位置にしたがって複数の低解像度画像を、和の領域として表示部に表示する。そして、画像生成領域を仮に設定する。その後、仮に設定された画像生成領域を複数の低解像度画像と重ねて表示部に表示する。そして、

15

20 所定の場合には、画像生成領域を設定しなおす。その後、設定しなおされた画像生成領域を画像生成領域として決定する。このようにすれば、和の領域内における画像生成領域の範囲や広さを考慮しつつ、画像生成領域を設定することができる。

[0011]

25 低解像度画像同士の相対位置を計算する際には、以下のような態様とすることが好ましい。まず、複数の低解像度画像同士の概略の相対位置に関するユーザの指示を受け取る。そして、ユーザによって指示された相対位置に基づいて、同一の対象が記録された部分同士のずれが所定の範囲内となるように、複数

の低解像度画像同士の相対位置を計算する。このような態様とすれば、このような態様とすれば、低解像度画像同士の相対位置を決定する際の計算量を少なくすることができる。

[0012]

- 5        上述の課題の少なくとも一部を取り扱うため、本発明では、画像を生成する際に以下のような処理を行うこともできる。すなわち、まず、生成すべき合成画像に含まれ、かつ複数の原画像のいずれかに含まれる複数の部分原画像を決定する。そして、合成画像を生成するための所定の処理を、原画像のうち部分原画像以外の部分については行わずに、複数の部分原画像について行って、複
- 10        数の部分原画像に基づいて合成画像を生成する。このような態様とすれば、少ない処理量で新たな画像を得ることができる。

[0013]

- なお、以下のような態様とすることも好ましい。すなわち、まず、複数の原画像として、画像を構成する画素の密度が比較的高く、同一の対象が記録され
- 15        た部分を互いに含む複数の第1の画像を準備する。そして、第1の画像についてそれぞれ解像度の変換を行って、画像を構成する画素の密度が比較的低く、同一の対象が記録された部分を互いに含む複数の第2の画像を生成する。その後、同一の対象が記録された部分に基づいて、複数の第2の画像同士の相対位置を計算する。そして、各第2の画像の領域の和の領域内に含まれる領域であ
- 20        って、複数の第2の画像のうちの任意の一つの領域を越える領域である画像生成領域を決定する。その後、各第2の画像のうち画像生成領域内に含まれる画像である複数の第1の部分画像を決定する。

[0014]

- そして、第1の部分画像と第2の画像との関係と、複数の第1の画像と、に
- 25        基づいて、複数の部分原画像としての複数の第2の部分画像を決定する。この第2の部分画像は、複数の第1の画像のいずれかに含まれ、解像度の変換を行った場合にはそれぞれ第1の部分画像の一つと等しい画像を生成することができる画像である。その後、合成画像として、画像を構成する画素の密度が比較

的高く、複数の第1の画像のうちの任意の一つの領域を越える領域を有する第3の画像を、複数の第2の部分画像に基づいて生成する。

[0015]

- このような態様においては、まず新たな画像の生成に必要な部分を決定し、
- 5 その部分の画像に基づいて新たな画像を生成している。このため、不必要な部分も含めてすべての画像について合成を行う場合に比べて、少ない処理量で新たな画像を得ることができる。

[0016]

- なお、合成画像を生成するための所定の処理は、たとえば、画素の階調値の
- 10 計算とすることができる。そして、第3の画像を生成する際には、第3の画像に含まれない画素の階調値を計算せずに、第3の画像を構成する各画素の階調値を、複数の第2の部分画像を構成する各画素の階調値に基づいて計算することが好ましい。このような態様とすれば、第3の画像の生成に必要なのない計算を行わないことで、処理量を少なくすることができる。

15 [0017]

- また、画像生成領域を決定する際には、以下のようにすることが好ましい。
- すなわち、複数の第2の画像を複数の第2の画像の相対位置にしたがって表示部に表示する。そして、画像生成領域を仮に設定する。その後、仮に設定された画像生成領域を複数の第2の画像と重ねて表示部に表示する。そして、所定
- 20 の場合には、仮に設定された画像生成領域の設定を取り消す。また、他の場合には、仮に設定された画像生成領域を画像生成領域として決定する。このようにすれば、第2の画像の相対位置を考慮しつつ、画像生成領域を設定することができる。

[0018]

- 25 なお、第2の画像同士の相対位置を計算する際には、複数の第2の画像同士の相対位置に関するユーザの指示を受け取ることが好ましい。このような態様とすれば、第2の画像同士の相対位置を決定する際の処理量を少なくすることができる。

[0019]

なお、第2の画像同士の相対位置に関するユーザの指示を受け取る際には、複数の第2の画像のうちの少なくとも二つを表示部に表示することが好ましい。そして、複数の第2の画像同士の相対位置に関する指示の少なくとも一部は、ユーザが、表示部に表示された少なくとも二つの第2の画像のうちの一つを、他の第2の画像の上に、一部が重なるように移動させることによってなされることが好ましい。このような態様とすれば、簡単な手順で、第2の画像同士の相対位置の決定に有効な指示を与えることができる。

[0020]

- 10      また、第2の画像同士の相対位置に関するユーザの指示を受け取る際に、複数の第2の画像同士の相対位置に関する指示として、複数の第2の画像の所定  
の方向に沿った順番に関する指示を受け取る態様とすることができる。その場  
合には、複数の第2の画像同士の相対位置を計算する際には、その順番にした  
がって、複数の第2の画像同士の相対位置を決定する。このような態様は、第  
15      1の画像が、所定の対象を撮像範囲を一方向に順にずらしつつ撮像して得た複  
数の画像である場合に、特に有効である。

[0021]

- なお、第2の画像は、画素のピッチが第1の画像の画素のピッチの30%～  
80%であることが好ましい。このような態様とすれば、第2の画像同士の相  
20      対位置を計算する際の処理量を少なくすることができる。

[0022]

なお、本発明は、以下に示すような種々の態様で実現することが可能である。  
。

- (1) 画像生成方法、画像処理方法、画像データ生成方法。  
25      (2) 画像生成装置、画像処理装置、画像データ生成装置。  
(3) 上記の装置や方法を実現するためのコンピュータプログラム。  
(4) 上記の装置や方法を実現するためのコンピュータプログラムを記録した  
記録媒体。

(5) 上記の装置や方法を実現するためのコンピュータプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号。

[0023]

These and other objects, features, aspects, and advantages of  
5 the present invention will become more apparent from the following  
detailed description of the preferred embodiments and the accompanying  
drawings.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

10

[0024]

図1は、本発明の実施例である画像処理装置の概略構成を示す説明図である。

図2は、動画データの複数のフレーム画像から静止画を表す静止画データを  
15 生成する手順を示すフローチャートである。

図3は、原画像データF1、F2の画像の範囲と撮影された風景との関係を示す説明図である。

図4は、低解像度データの相対位置を特定する方法を示す説明図である。

図5は、ステップS6で低解像度データFL1、FL2の画像の相対位置ず  
20 れを計算する際の、ユーザインターフェイス画面を示す説明図である。

図6は、画像生成領域を決定する際のユーザインターフェイス画面を示す説明図である。

図7は、原画像データF1、F2の画像と部分画像Ap1、Ap2の関係を  
示す説明図である。

25 図8は、ステップS6内においてパノラマ画像Fcの画素の階調値を計算する際の  
手順を示すフローチャートである。

図9は、原画像データF1のうち部分画像Ap1内にある画像の各画素の階調値と、変換部分画像Ap2rの各画素の階調値と、パノラマ画像Fcの画素

の階調値との関係を示す説明図である。

図10は、パノラマ画像F<sub>c1</sub>の範囲と、原画像データF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>の画像の範囲との関係を示す説明図である。

図11は、部分画像A<sub>p1</sub>、A<sub>p2</sub>の画素の階調値からパノラマ画像F<sub>c</sub>の画素の階調値を求める手順を示すフローチャートである。

図12は、第3実施例において、ディスプレイ110に表示された低解像度データF<sub>L3</sub>、F<sub>L4</sub>、F<sub>L5</sub>に基づいて、画像生成領域A<sub>Lc</sub>を決定する際のユーザインターフェイス画面を示す説明図である。

図13は、原画像データF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>の画像および部分画像A<sub>p1</sub>、A<sub>p2</sub>並びに処理領域A<sub>p1'</sub>、A<sub>p2'</sub>の関係を示す説明図である。

#### DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENTS

[0025]

以下で、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 第1実施例：

A-1. 装置構成：

A-2. 画像処理：

B. 第2実施例：

20 C. 第3実施例：

D. 変形例：

[0026]

A. 第1実施例：

A-1. 装置構成：

25 図1は、本発明の実施例である画像処理装置の概略構成を示す説明図である。この画像処理装置は、画像データに対して所定の画像処理を行うパーソナルコンピュータ100と、パーソナルコンピュータ100に情報を入力する装置としてのキーボード120、マウス130およびCD-R/RWドライブ14



- 0と、情報を入力する装置としてのディスプレイ110およびプリンタ22と、を備えている。コンピュータ100では、所定のオペレーティングシステムの下で、アプリケーションプログラム95が動作している。このアプリケーションプログラム95が実行されることで、コンピュータ100のCPU102は様々な機能を実現する。

[0027]

- 画像のレタッチなどを行うアプリケーションプログラム95が実行され、キーボード120やマウス130からユーザーの指示が入力されると、CPU102は、CD-R/RWドライブ140内のCD-RWからメモリ内に画像データを読み込む。CPU102は、画像データに対して所定の画像処理を行って、ビデオドライバを介して画像をディスプレイ110に表示する。また、CPU102は、画像処理を行った画像データを、プリンタドライバを介してプリンタ22に印刷させることもできる。

[0028]

- 15 A-2. 画像処理：

- 図2は、動画データの複数のフレーム画像から静止画を表す静止画データを生成する手順を示すフローチャートである。アプリケーションプログラム95が実行され、キーボード120やマウス130からユーザーの指示が入力されると、CPU102は、まず、ステップS2で、CD-R/RWドライブ140上のCD-R/RWから複数の原画像データを取得する。ここでは、原画像データF1、F2を読み出すものとする。このように、ユーザーの指示を受け取って複数の原画像データを取得する機能は、CPU102の機能部である原画像データ取得部102a（図1参照）によって実現される。

[0029]

- 25 図3は、原画像データF1、F2の画像の範囲と撮影された風景との関係を示す説明図である。原画像データは、デジタルカメラなどの撮像機器で、静止している対象、例えば風景や静物などを撮影した画像のデータである。原画像データの画像は複数の画素から構成されており、各画素は、色を表す階調値を

有している。たとえば、各画素は、レッド、グリーン、ブルーの3色についてそれぞれ階調値を有している。

[0030]

また、原画像データは、その撮像機器で一度に撮影できる範囲を超える範囲  
5 に存在する対象を、複数枚の画像に分けて撮影した画像のデータである。その  
結果、ステップS2で取得される複数の原画像データは、それぞれが表す静止  
画中に同一の対象を含むが、各画面（フレーム）中で撮影対象の位置がずれて  
いる。たとえば、図3の例においては、原画像データF1は、山Mt1、Mt  
2、空Skおよび海Saを含む風景のうち比較的左側の範囲を撮影した画像の  
10 データであり、原画像データF2は、同じ風景のうち比較的右側の範囲を撮影  
した画像のデータである。そして、原画像データF1とF2とは、同一の対象  
である山Mt1、Mt2および空Skの一部の画像を、共通して含んでいる。  
破線で示した部分Scが、原画像データF1とF2の画像のうち同一の対象が  
記録された部分である。

15 [0031]

図2のステップS4では、ステップS2で取得した原画像データについて解  
像度変換を行い、画素の密度が低い低解像度データを生成する。ここでは、原  
画像データF1、F2から、それぞれ低解像度データFL1、FL2を生成す  
るものとする。このようにして得られた低解像度データFL1とFL2も、同  
20 一の対象である山Mt1、Mt2および空Skの一部の画像を、共通して含ん  
でいる。

[0032]

なお、低解像度データFL1、FL2の画素の密度は、原画像データF1、  
F2の画素の密度の50%であるものとする。このようにして低解像度データ  
25 を生成する機能は、CPU102の機能部である低解像度データ生成部102  
b（図1参照）によって実現される。

[0033]

なお、「画素の密度が低い」は、以下のような意味である。すなわち、第1

- の画像と第2の画像とがともに画像中に同一の対象物を含んでいる場合に、第2の画像がその対象物を表すのに要している画素の数が、第1の画像がその対象物を表すのに要している画素の数よりも少ないとき、第2の画像は第1の画像よりも「画素の密度が低い」ものとする。一方、第2の画像がその対象物を表すのに要している画素の数が、第1の画像がその対象物を表すのに要している画素の数よりも多いとき、第2の画像は第1の画像よりも「画素の密度が高い」ものとする。

[0034]

- そして、第1の画像がある対象物を表すのに要している画素の数と、第2の画像がその対象物を表すのに要している画素の数と、をそれぞれ同じ画素の並びの方向に沿って数えたとき、第2の画像における画素の数が、第1の画像における画素の数の $p\%$ であるとき、「第2の画像の画素のピッチは第1の画像の画素のピッチの $p\%$ である」という。

[0035]

- 図4は、低解像度データの相対位置を特定する方法を示す説明図である。図2のステップS6では、低解像度データFL1とFL2の画像のうち同一の対象が記録された部分に基づいて、低解像度データFL1、FL2の画像の相対位置を計算する。各低解像度データの画像の相対位置の特定は、以下のように行われる。なお、図4において破線で示した部分ScLが、低解像度データFL1とFL2の画像のうち同一の対象が記録された部分である。

[0036]

- まず、各画像が含む同一の対象が記録された部分に、特徴点を設定する。図4において、特徴点を各低解像度データFL1、FL2中の黒い丸Sp1～Sp3で示す。特徴点は、一般の画像中において頻繁に現れることのないような特徴的な画像部分に配することができる。たとえば、図4においては、各低解像度データFL1、FL2には、ともに同一の対象としての二つの山Mt1、Mt2と空Skが写っている。特徴点は、たとえば、山Mt1、Mt2の頂上(Sp1、Sp3)や山Mt1と山Mt2の輪郭が交わっている点(Sp2)

とすることができる。

[0037]

- 特徴点を抽出する際には、より具体的には、以下のような手法を適用することができる。すなわち、まず、各画素の階調値に対して微分やSobelなど
- 5 によるエッジ抽出フィルタを適用して画像のエッジを抽出する。そして、抽出したエッジに対してSRA (Side effect resampling Algorithm) を適用して、得られた点を特徴点とする。

[0038]

- 図5は、ステップS6で低解像度データFL1, FL2の画像の相対位置を
- 10 計算する際の、ユーザインターフェイス画面を示す説明図である。ステップS6においては、ディスプレイ110 (図1参照) に、低解像度データFL1, FL2の画像が示される。ユーザはマウス130を操作して、矢印Adで示すように、低解像度データFL1, FL2の一方の画像を他方の画像の上にドラッグし、低解像度データFL1, FL2の画像が共通して含む部分の画像がで
- 15 きるだけ一致するようにして重ねる。図5の例では、山Mt1, Mt2の輪郭ができるだけ重なるように低解像度データFL2の画像を低解像度データFL1の画像の上にドラッグしている。なお、図5において、Csはマウスカーソルである。

[0039]

- 20 ユーザが、マウス130を操作して低解像度データFL1, FL2の画像を重ねると、その後、CPU102は、特徴点Sp1~Sp3同士の位置のずれが所定の範囲内となるように画像の移動、回転ならびに拡大または縮小を行い、低解像度データFL1, FL2の画像の相対位置を決定する。なお、画像の移動、回転ならびに拡大または縮小は、アフィン変換により行うことができる
- 25 。その結果、低解像度データFL1, FL2の画像の相対位置は、図4下段に示すように特定される。

[0040]

なお、本明細書において「相対位置の特定」というときには、画像の移動お

よび回転を行って画像の相対位置を特定する態様だけでなく、画像の移動および回転に加えて画像の拡大または縮小を行って画像の相対位置を特定する態様も含む。「相対位置の計算」、「相対位置の特定」というときにも同様である。このようにして低解像度データの画像の相対位置を計算する機能は、CPU 102の機能部である相対位置決定部102c（図1参照）によって実現される。

[0041]

図6は、画像生成領域ALcを決定する際のユーザインターフェイス画面を示す説明図である。図2のステップS6で低解像度データFL1、FL2の画像の相対位置が計算されると、次に、ステップS8で、画像生成領域ALcが決定される。

[0042]

ステップS8では、CPU102は、図6に示すように、ステップS6で計算された相対位置にしたがって低解像度データFL1、FL2の画像をディスプレイ110に表示する。そして、ユーザは、マウス130を操作して、低解像度データFL1、FL2が記録している画像の領域の和の領域Fa内において、パノラマ画像を生成する領域である画像生成領域ALcを指定する。なお、領域Faを越える領域が画像生成領域ALcとして指定された場合には、ディスプレイ110にエラーメッセージが表示され、その後、画像生成領域ALcの再指定を促す表示がなされる。

[0043]

なお、図6においては、低解像度データFL1、FL2が記録している領域の和の領域Faを破線で示す。領域Faを示す破線は、分かりやすいように、実際の領域の境界からずらして表示されている。この画像生成領域を決定する機能は、CPU102の機能部である生成領域決定部102d（図1参照）によって実現される。

[0044]

図6に示すように、ユーザが指定した画像生成領域ALcは、低解像度デー

タFL1, FL2の画像の上に重ねて表示される。なお、図6の例では、画像生成領域ALcは、低解像度データFL1, FL2のそれぞれ画像の領域を超える範囲を有する、横に長い長方形である。

[0045]

- 5     なお、ユーザは、マウス130を操作して、画像生成領域ALcをいったん仮に指定した後、ディスプレイ110に表示されている「キャンセル」ボタン（図6下段参照）をマウス130でクリックすることで、画像生成領域ALcの指定を取り消しすることができる。そして、再度、画像生成領域ALcを指定し直すことができる。また、画像生成領域ALcを仮に指定した後、ディスプレイ110に表示されている「確定」ボタンをマウス130でクリックすることで、ユーザは、画像生成領域ALcを最終的に決定することができる。ステップS8では、このようにして画像生成領域ALcが決定される。

[0046]

- 15     第1実施例では、低解像度データFL1, FL2が記録している画像の領域の和の領域Fa内において画像生成領域ALcを指定する。このため、低解像度データFL1, FL2の各画素が有する階調値に基づいて、パノラマ画像の画素の階調値を正確に計算することができる。一方、領域Faを超える範囲について画像生成領域ALcを指定した場合には、低解像度データFL1, FL2の画像の領域を超える範囲については、その範囲についての階調値の情報がない状態から何らかの方法でその範囲の画素の階調値を決定しなければならない。このため、生成されるパノラマ画像の品質が低くなる。

[0047]

- 25     第1実施例では、低解像度データFL1の画像は、ディスプレイ110内において長辺FL11, FL12が水平となるように表示されるものとする。そして、画像生成領域ALcも、ディスプレイ110内において長辺ALc1, ALc2が水平となる形に、ユーザによって指定されるものとする。その結果、画像生成領域ALcの長辺ALc1, ALc2は、低解像度データFL1の画像の長辺FL11, FL12と平行であり、低解像度データFL2の画像の

長辺  $FL21$ ,  $FL22$  に対しては所定の角度を有する。

[0048]

図2のステップS10では、各低解像度データ  $FL1$ 、 $FL2$  の画像のうち、画像生成領域  $ALc$  に含まれる部分である低解像度部分画像が計算される。

- 5 低解像度データ  $FL1$  の画像のうち画像生成領域  $ALc$  に含まれる部分を低解像度部分画像  $ALp1$  と呼び、低解像度データ  $FL2$  の画像のうち画像生成領域  $ALc$  に含まれる部分を低解像度部分画像  $ALp2$  と呼ぶ。図6において、低解像度部分画像  $ALp1$ 、 $ALp2$  をそれぞれ一点鎖線および二点差線で示す。なお、図6においては、低解像度部分画像  $ALp1$ 、 $ALp2$  を示す一点
- 10 鎖線および二点差線は、低解像度部分画像  $ALp1$  と  $ALp2$  の重複部分が分かりやすくなるように、実際の画像の境界からずらして表示されている。この低解像度データの画像の領域内において低解像度部分画像を計算する機能は、 $CPU102$  の機能部である第1の部分画像決定部102e（図1参照）によって実現される。

15 [0049]

- 図6から分かるように、低解像度部分画像  $ALp1$ 、 $ALp2$  は重複部分を有している。また、横に長い長方形である画像生成領域  $ALc$  の長辺  $ALc1$ 、 $ALc2$  は、低解像度データ  $FL1$  の画像の長辺  $FL11$ 、 $FL12$  と平行である。このため、画像生成領域  $ALc$  の長辺  $ALc1$ 、 $ALc2$  の一部である
- 20 低解像度部分画像  $ALp1$  の上辺  $ALp11$  および下辺  $ALp12$  も、低解像度データ  $FL1$  の画像の長辺  $FL11$ 、 $FL12$  と平行である。

[0050]

- 一方、横に長い長方形である画像生成領域  $ALc$  の長辺  $ALc1$ 、 $ALc2$  は、低解像度データ  $FL2$  の画像の長辺  $FL21$ 、 $FL22$  とは所定の角度を
- 25 有する。このため、画像生成領域  $ALc$  の長辺  $ALc1$ 、 $ALc2$  の一部である低解像度部分画像  $ALp2$  の上辺  $ALp21$  および下辺  $ALp22$  も、低解像度データ  $FL2$  の画像の長辺  $FL21$ 、 $FL22$  とは所定の角度を有する。

[0051]

図7は、原画像データF1、F2の画像と部分画像Ap1、Ap2の関係を  
示す説明図である。図2のステップS12では、原画像データF1、F2の画  
像の領域のうち低解像度部分画像ALp1、ALp2にそれぞれ対応する部分  
である部分画像Ap1、Ap2が計算される。部分画像Ap1は、低解像度デ  
5 ータFL1の画像全体の領域中の部分画像Ap1の相対位置に基づいて、原画  
像データF1の画像の一部から選択される。同様に、部分画像Ap2は、低解  
像度データFL2の画像全体の領域中の部分画像Ap2の相対位置に基づいて  
、原画像データF2の画像の一部から選択される。この原画像データの画像か  
ら部分画像を決定する機能は、CPU102の機能部である第2の部分画像決  
10 定部102f（図1参照）によって実現される。

[0052]

前述のように、低解像度部分画像ALp1、ALp2は共通する画像を一部  
に含む領域である。よって、部分画像Ap1、Ap2も共通する画像を一部に  
含む領域である。すなわち、部分画像Ap1とAp2も、山Mt1、Mt2お  
15 よび空Skの一部の画像を共通して含んでいる。また、それらの上に設定され  
た特徴点Sp1～Sp3もともに部分画像Ap1とAp2に含まれる。

[0053]

低解像度部分画像ALp1の上辺ALp11および下辺ALp12は、図6  
に示すように、全体の画像である低解像度データFL1の画像の領域の長辺F  
20 L11、FL12と平行であった。よって、低解像度部分画像ALp1に対応  
する部分画像Ap1の上辺Ap11および下辺Ap12は、図7に示すように  
、全体の画像である原画像データF1の画像の領域の長辺F11、F12と平  
行である。なお、部分画像Ap1を構成する画素の並びの方向を図7において  
多数の直線PL1で示す。また、最終的に生成されるパノラマ画像Fcを破線  
25 で示し、およびパノラマ画像Fcを構成する画素の並びの方向を多数の破線P  
Lcで示す。

[0054]

一方、低解像度部分画像ALp2の上辺ALp21および下辺ALp22は



- 、全体の画像である低解像度データ  $F L 2$  の画像の領域の長辺  $F L 2 1$  ,  $F L 2 2$  とは所定の角度を有していた。よって、低解像度部分画像  $A L p 2$  に対応する部分画像  $A p 2$  の上辺  $A p 2 1$  および下辺  $A p 2 2$  は、全体の画像である原画像データ  $F 2$  の画像の領域の長辺  $F 2 1$  ,  $F 2 2$  とは所定の角度を有している。なお、部分画像  $A p 2$  を構成する画素の並びの方向を図 7 において多数の直線  $P L 2$  で示す。

[0055]

- 最終的に生成されるパノラマ画像  $F c$  は、その長辺  $F c 1$  ,  $F c 2$  および短辺  $F c 3$  に沿って並ぶ画素で構成される。パノラマ画像  $F c$  の各画素は、原画像データ  $F 1$ 、 $F 2$  と同じく、色を表す階調値を有している。パノラマ画像  $F c$  の各画素の階調値は、原画像データ  $F 1$  の各画素のうち部分画像  $A p 1$  を構成する画素の階調値と、原画像データ  $F 2$  の各画素のうち部分画像  $A p 2$  を構成する画素の階調値と、から計算される。

[0056]

- 最終的に生成するパノラマ画像  $F c$  の画素のピッチは原画像データ  $F 1$  ,  $F 2$  の画素のピッチと等しいものとする。そして、生成するパノラマ画像  $F c$  を構成する画素のうち一部の画素の位置は、原画像データ  $F 1$  の画素の位置と重なるものとする。さらに、部分画像  $A p 1$  の上辺  $A p 1 1$  および下辺  $A p 1 2$  は、最終的に生成するパノラマ画像  $F c$  の上辺  $F c 1$  および下辺  $F c 2$  の一部と一致する。このため、原画像データ  $F 1$  の各画素のうち部分画像  $A p 1$  を構成する画素の階調値は、パノラマ画像  $F c$  を構成する画素の階調値の計算にそのまま使用される。

[0057]

- 一方、部分画像  $A p 2$  の上辺  $A p 2 1$  および下辺  $A p 2 2$  は、水平方向（原画像データ  $F 2$  の画像の領域の長辺  $F 2 1$  ,  $F 2 2$  の方向と同じ）に対して所定の角度を有している。このため、部分画像  $A p 2$  を部分画像  $A p 1$  とからパノラマ画像  $F c$  を合成する前に、部分画像  $A p 2$  に対して回転および拡大または縮小の変換を行う。この回転および拡大または縮小の変換は、図 2 のステッ

プ S 6 で低解像度データ F L 1 , F L 2 の画像の相対位置を計算する際に低解像度データ F L 2 の画像に対して行われたのと同じ変換である。

[0058]

部分画像 A p 2 に対して行う回転および拡大または縮小の変換を行う際には、以下の式 (1)、(2) で表されるアフィン変換を部分画像 A p 2 に対して行う。そして、部分画像 A p 2 から変換部分画像 A p 2 r を生成する。式 (1)、(2) は、x、y 座標上において、位置 (x 0, y 0) を中心として、x 方向に a 倍、y 方向に b 倍の拡大または縮小を行い、反時計回りに  $\theta$  だけ回転させる変換を行って、変換前の位置 (x、y) から変換後の位置 (X、Y) を得る式である。

[0059]

$$x = \{ (X - x_0) \cos \theta - (Y - y_0) \sin \theta \} / a + x_0 \quad \dots \quad (1)$$

[0060]

$$y = \{ (Y - x_0) \sin \theta - (Y - y_0) \cos \theta \} / b + y_0 \quad \dots \quad (2)$$

[0061]

上記の式 (1)、(2) を用いて、部分画像 A p 2 を構成する任意の位置 (x、y) にある画素から変換後の位置 (X、Y) の画素の階調値を決定することができる。ただし、変換後の変換部分画像 A p 2 r を構成する画素は、パノラマ画像 F c を構成する各画素と同じ位置に設定される画素である。このため、さらに以下の処理を行う。

[0062]

パノラマ画像 F c を構成する各画素と同じ位置に設定される画素のうち、上記の式 (1)、(2) で得られた位置 (X、Y) に最も近い位置にある画素の階調値を、「部分画像 A p 2 を構成し位置 (x、y) にある画素の階調値」と同じ値とする。このようにして、「パノラマ画像 F c を構成する各画素と同じ位置に設定された各画素であって、部分画像 A p 2 を構成する各画素に対応す

る画素」について、レッド、グリーン、ブルーの各色の階調値を与えることができる。

[0063]

5       なお、上記のようにして部分画像A p 2を構成する各画素に対応する画素について階調値を与える際には、以下のような調整も行われる。すなわち、部分画像A p 2を構成するある画素の位置(x 1, y 1)に上記の式(1)、(2)を適用して得られた位置(X 1、Y 1)と、部分画像A p 2を構成する別の画素の位置(x 2, y 2)に上記の式(1)、(2)を適用して得られた位置(X 2、Y 2)とがあるとする。このとき、パノラマ画像F cを構成する各画素と同じ位置に設定された画素のうち、位置(X 1、Y 1)に最も近い画素と、位置(X 2、Y 2)に最も近い画素と、が同一であったとする。このような場合には、同じ画素に二組の階調値を付与するわけにはいかない。よって、そのような場合には、位置(x 1, y 1)の画素の階調値と、位置(x 2, y 2)の画素の階調値と、の平均値を、その「最も近い位置にある画素」の階調値とする。

[0064]

20       また、パノラマ画像F cを構成する各画素と同じ位置に設定された画素のうち、上記の手順によって階調値を与えられない画素が存在する場合もある。そのような場合には、所定の方法で、階調値を与えられた画素の階調値をもとに補間を行って階調値を与える。

[0065]

25       以上で説明したような画像変換により、部分画像A p 2と近似の画像を表示し、上辺A p 2 r 1および下辺A p 2 r 2に沿って並ぶ画素で構成される変換部分画像A p 2 rを生成することができる(図7参照)。なお、部分画像A p 2を構成する画素の並びの方向を図7において多数の直線P L 2 rで示す。前述のように、部分画像A p 1とA p 2は互いに重複する領域を有していることから、部分画像A p 1と変換部分画像A p 2 rとは、互いに同じ対象を表す部分を有している。すなわち、部分画像A p 1と変換部分画像A p 2 rとは、山

M t 1, M t 2 および空 S k の一部の画像を共通して含んでいる。また、それらの上に設定された特徴点 S p 1 ~ S p 3 もともに部分画像 A p 1 と A p 2 に含まれる。

[0066]

- 5      なお、この処理は、原画像データ F 2 の画像のすべての領域に対して行われるのではなく、原画像データ F 2 の画像のうちの部分画像 A p 2 に対してのみ行われる。よって、原画像データ F 2 の画像の領域に含まれるすべての画素について画像変換を行って階調値を計算する場合に比べて、計算量が少ない。その結果、コンピュータ 1 0 0 がこの処理に要するメモリを少なくすることができ、また、計算時間を短くすることができる。
- 10

[0067]

- なお、図 2 のステップ S 6 において、低解像度データ F L 1, F L 2 の画像の相対位置を計算する際にも、同様の変換が実行される。しかし、ステップ S 6 で取り扱う低解像度データ F L 1, F L 2 は、原画像データ F 1, F 2 に比べて画素の密度が低く、画像を構成する画素の数が少ない。よって、ステップ S 6 で低解像度データ F L 2 に対して回転ならびに拡大または縮小の変換を行って各画素の階調値を求める際の計算量は、原画像データ F 2 に対して同様の変換を行って各画素の階調値を求める場合に比べて、計算量が少ない。
- 15

[0068]

- 20      以上のような理由から、低解像度データの画素数を原画像データの画素数に対して所定の割合よりも低く設定すれば、図 2 のステップ S 6 において低解像度データの相対位置を特定する際の計算量と、ステップ S 1 4 において部分画像の変換を行う際の計算量とを合わせても、原画像データに対して直接、回転ならびに拡大または縮小の変換を行う場合の計算量よりも少なくすることができ、第 1 実施例では、低解像度データの画像は、画素のピッチが原画像データの画像の画素のピッチの 5 0 % である。このため、ステップ S 6 とステップ S 1 4 の計算量とを合わせても、原画像データに対して直接、回転ならびに拡大または縮小の変換を行う場合の計算量よりも少ない。
- 25

[0069]

図9は、部分画像A<sub>p1</sub>の各画素の階調値と、変換部分画像A<sub>p2r</sub>の各画素の階調値と、パノラマ画像F<sub>c</sub>の画素の階調値との関係を示す説明図である。図8のステップS32で変換部分画像が生成されると、次に、ステップS34では、部分画像と変換部分画像の相対位置が計算される。部分画像A<sub>p1</sub>と変換部分画像A<sub>p2r</sub>の相対位置は、図2のステップS6で得られた低解像度データF<sub>L1</sub>、F<sub>L2</sub>の画像の相対位置に基づいて計算される。その結果、部分画像A<sub>p1</sub>と変換部分画像A<sub>p2r</sub>の相対位置は、図9に示すように特定される。

10 [0070]

図8のステップS36では、パノラマ画像F<sub>c</sub>の画素の階調値が計算される。合成されるパノラマ画像F<sub>c</sub>の画像の領域は3つの部分に分けられる。図9の中央に破線で示す境界E<sub>f12</sub>は、部分画像A<sub>p1</sub>の右側の辺であるE<sub>f1</sub>と、変換部分画像A<sub>p2r</sub>の左側の辺であるE<sub>f2</sub>と、の中間に位置する境界線である。ステップS36では、部分画像A<sub>p1</sub>と変換部分画像A<sub>p2r</sub>の相対位置が特定されると、次に、この境界E<sub>f12</sub>が計算される。パノラマ画像F<sub>c</sub>の領域は、この境界E<sub>f12</sub>を中心として左右方向にそれぞれ距離L<sub>b</sub>の範囲を有する境界領域F<sub>cp12</sub>と、境界領域F<sub>cp12</sub>の左側に位置する左側領域F<sub>cp1</sub>と、境界領域F<sub>cp12</sub>の右側に位置する右側領域F<sub>cp2</sub>と、に分けられる。

20

[0071]

パノラマ画像F<sub>c</sub>の画素のうち左側領域F<sub>cp1</sub>の各画素の階調値V<sub>c</sub>は、それらの画素と重なる位置にある部分画像A<sub>p1</sub>の画素の階調値V<sub>b1</sub>と等しい値とされる。そして、パノラマ画像F<sub>c</sub>の画素のうち右側領域F<sub>cp2</sub>の画素の階調値V<sub>c</sub>は、それらの画素と重なる位置にある変換部分画像A<sub>p2r</sub>の画素の階調値V<sub>b2</sub>から計算される。また、パノラマ画像F<sub>c</sub>の画素のうち、境界領域F<sub>cp12</sub>の画素の階調値V<sub>c</sub>は、それらの画素と重なる位置にある部分画像A<sub>p1</sub>の画素の階調値V<sub>b1</sub>と変換部分画像A<sub>p2r</sub>の画素の階調値

25

$V_{b2}$  とから計算される。

[0072]

生成するパノラマ画像  $F_c$  を構成する画素は、そのうちの一部の画素が、原画像データ  $F_1$  の画素の位置と重なるように設定される。そして、左側領域  $F_{cp1}$  の画像はすべて、原画像データ  $F_1$  の画像の一部である部分画像  $A_{p1}$  に含まれる。よって、左側領域  $F_{cp1}$  においては、パノラマ画像  $F_c$  を構成する画素のうち、原画像データ  $F_1$  の画素の位置と重なる画素、すなわち、部分画像  $A_{p1}$  の画素の位置と重なる画素については、部分画像  $A_{p1}$  の画素の階調値  $V_{b1}$  が、そのままパノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値  $V_c$  とされる。

10 [0073]

また、パノラマ画像  $F_c$  のうち、右側領域  $F_{cp2}$  の画素の階調値は、以下のようにして計算される。すなわち、まず、部分画像  $A_{p1}$  の画素の輝度の平均値  $L_{m1}$  と、部分画像  $A_{p2}$  の画素の輝度の平均値  $L_{m2}$  が計算される。そして、 $L_{m1}$  と  $L_{m2}$  に基づいて  $\Delta V$  が以下の式 (3) で計算される。ここで、 $\alpha$  は所定の係数である。

[0074]

$$\Delta V = \alpha (L_{m1} - L_{m2}) \quad \cdots \quad (3)$$

[0075]

右側領域  $F_{cp2}$  の画像はすべて、変換部分画像  $A_{p2r}$  に含まれる。よって、右側領域  $F_{cp2}$  の各画素の階調値  $V_c$  は、変換部分画像  $A_{p2r}$  の画素の階調値と  $\Delta V$  とから、以下の式 (4) により得られる。ここで、 $V_{b2}$  は、階調値を計算する対象である画素と一致する位置にある変換部分画像  $A_{p2r}$  の画素の階調値である。

[0076]

25  $V_c = V_{b2} + \Delta V \quad \cdots \quad (4)$

[0077]

すなわち、第1実施例では、部分画像  $A_{p1}$  の画素の輝度の平均値  $L_{m1}$  と、部分画像  $A_{p2}$  の画素の輝度の平均値  $L_{m2}$  とのずれ  $\Delta V$  を計算する。そし

て、そのずれを解消するように、変換部分画像  $A_{p2r}$  の画素の階調値  $V_{b2}$  を  $\Delta V$  だけシフトさせてパノラマ画像  $F_c$  の右側領域  $F_{cp2}$  の各画素の階調値  $V_c$  とする。このため、異なる原画像データから生成された部分同士で全体の輝度が異なる場合にも、生成されるパノラマ画像  $F_c$  が不自然な画像となってしまうことがない。

[0078]

また、パノラマ画像  $F_c$  のうち境界領域  $F_{cp12}$  は、部分画像  $A_{p1}$  と変換部分画像  $A_{p2r}$  の両方の領域に含まれる。境界領域  $F_{cp12}$  の画素の階調値  $V_c$  は、部分画像  $A_{p1}$  の画素の階調値  $V_{b1}$  と変換部分画像  $A_{p2r}$  の画素の階調値  $V_{b2}$  から生成される。すなわち、上記の式 (4) と同様に変換部分画像  $A_{p2r}$  の画素の階調値  $V_{b2}$  の値をずらし、そのずらされた階調値 ( $V_{b2} + \Delta V$ ) と、部分画像  $A_{p1}$  の画素の階調値  $V_{b1}$  と、が重み付けされて平均され、パノラマ画像  $F_c$  の境界領域  $F_{cp12}$  内の画素の階調値  $V_c$  が計算される。

[0079]

具体的には、境界領域  $F_{cp12}$  の画素の階調値  $V_c$  は、以下の式 (5) で計算される。ここで、 $W_{fp1}$ 、 $W_{fp2}$  は、 $(W_{fp1} + W_{fp2})$  が 1 となるような定数である。境界領域  $F_{cp12}$  の左端  $E_{fs2}$  において、 $W_{fp1}$  は 1 であり、 $W_{fp2}$  は 0 である。そして、境界領域  $F_{cp12}$  中、右に行くにつれて  $W_{fp2}$  は大きくなり、境界領域  $F_{cp12}$  の右端  $E_{fs1}$  において、 $W_{fp1}$  は 0 であり、 $W_{fp2}$  は 1 である。 $W_{fp1}$  の値を % でパノラマ画像  $F_c$  の上側に示し、 $W_{fp2}$  の値を % でパノラマ画像  $F_c$  の下側に示す。

[0080]

$$V_c = (W_{fp1} \times V_{b1}) + \{W_{fp2} \times (V_{b2} + \Delta V)\} \quad \dots$$

(5)

[0081]

たとえば、境界領域  $F_{cp12}$  の左端  $E_{fs2}$  に位置する画素の階調値は、それら各画素と同じ位置にある部分画像  $A_{p1}$  の画素の階調値と等しい。そし

て、境界領域  $F_{cp12}$  中、右に行くにつれて部分画像  $A_{p1}$  の画素の階調値がパノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値に反映される割合は小さくなり、境界領域  $F_{cp12}$  の右端  $E_{fs1}$  に位置する画素の階調値は、それら各画素と同じ位置にある変換部分画像  $A_{p2r}$  の画素の階調値  $V_{b2}$  を前述のように改変したもの ( $V_{b2} + \Delta V$ ) と等しくなる。

[0082]

図 8 のステップ S 3 6 では、以上のようにして原画像データ  $F_1$  の画素の階調値と、変換部分画像  $A_{p2r}$  の画素の階調値とからパノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値が計算される。そして、図 8 のフローチャートに示したパノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値を計算する処理が終了する。第 1 実施例では、このような方法でパノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値を計算するため、原画像データ  $F_1$  と  $F_2$  の画像のつなぎ目が目立ちにくいパノラマ画像  $F_c$  を得ることができる。

[0083]

図 1 0 は、以上のようにして生成されたパノラマ画像  $F_c$  の範囲と、原画像データ  $F_1$ 、 $F_2$  の画像の範囲との関係を示す説明図である。図 2 のステップ S 1 4 では、パノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値が以上のようにして計算された後、CPU 1 0 2 が、それらの画素の階調値のデータを含み、原画像データ  $F_1$ 、 $F_2$  の画像の範囲を越える範囲を有するパノラマ画像  $F_c$  の画像データを生成する。このようにパノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値を計算し、パノラマ画像  $F_c$  の画像データを生成する機能は、CPU 1 0 2 の機能部である拡張画像生成部 1 0 2 g (図 1 参照) によって実現される。

[0084]

なお、この階調値の計算は、原画像データ  $F_1$ 、 $F_2$  の画像のすべての領域について行われるのではなく、部分画像  $A_{p1}$ 、 $A_{p2}$  の領域内の画素、言い換えればパノラマ画像  $F_c$  の領域内の画素についてのみ行われる。よって、原画像データ  $F_1$ 、 $F_2$  の画像の領域の画素について階調値を計算する場合に比べて、パノラマ画像を生成する際の計算量が少ない。その結果、コンピュータ 1 0 0 がこの処理に要するメモリを少なくすることができ、また、計算時間を



短くすることができる。

[0085]

B. 第2実施例：

第1実施例では、まず部分画像A p 2から変換部分画像A p 2 r全体を生成  
 5 した後、パノラマ画像F cを生成していた。しかし、第2実施例では、事前  
 に変換部分画像A p 2 r全体を生成するのではなく、パノラマ画像F cを構成す  
 る各画素の階調値を計算する際に、同時に、対応する変換部分画像の画素の階  
 調値を計算し、パノラマ画像F cを生成する。

[0086]

10 図11は、部分画像A p 1, A p 2の画素の階調値からパノラマ画像F cの  
 画素の階調値を求める手順を示すフローチャートである。第2実施例におい  
 ては、パノラマ画像F cの画素の階調値を求める際には、まず、ステップS 7 2  
 で、パノラマ画像F cを構成する画素のうち階調値を計算する対象画素を選択  
 する。

15 [0087]

ステップS 7 4では、その対象画素が、左側領域F c p 1、右側領域F c p  
 2、境界領域F c p 1 2のいずれに属する画素であるか（図9参照）を判定す  
 る。対象画素が左側領域F c p 1に属する画素である場合は、ステップS 7 6  
 において、その対象画素と同じ位置にある部分画像A p 1の画素の階調値を、  
 20 対象画素の階調値V cとする。

[0088]

ステップS 7 4において、対象画素が右側領域F c p 2に属する画素であつ  
 た場合は、ステップS 7 8で、その対象画素と同じ位置に設定した画素の階調  
 値V b 2を、部分画像A p 2の画素の階調値から計算する。たとえば、その対  
 25 象画素と同じ位置に設定した画素の位置（X、Y）に対して式（1）、（2）  
 で表されるアフィン変換の逆変換を行い、位置（x、y）を求める。そして、  
 部分画像A p 2を構成する画素のうち位置（x、y）に最も近い位置にある画  
 素の階調値を、位置（X、Y）の画素の階調値V b 2とする。その後、ステッ

プ S 8 0 で、式 ( 4 ) にしたがって対象画素の階調値  $V_c$  を計算する。

[0089]

ステップ S 7 4 において、対象画素が境界領域  $F_{cp12}$  に属する画素であった場合は、ステップ S 8 2 で、その対象画素と同じ位置に設定した画素  $P_{s1}$  の階調値  $V_{b2}$  を、ステップ S 7 8 と同様の手順で、部分画像  $A_{p2}$  の画素の階調値から計算する。その後、ステップ S 8 4 で、式 ( 5 ) にしたがって対象画素の階調値  $V_c$  を計算する。

[0090]

ステップ S 8 6 では、パノラマ画像  $F_c$  のすべての画素について階調値を計算したか否かを判定する。まだ、階調値を計算していない画素が存在し、判定結果が  $No$  である場合には、ステップ S 7 2 に戻る。ステップ S 8 6 において、パノラマ画像  $F_c$  のすべての画素について階調値を計算し終えたと判定され、判定結果が  $Yes$  となったときには、パノラマ画像  $F_c$  の画素の階調値を求める処理を終了する。

15 [0091]

以上で説明したような手順により、事前に部分画像  $A_{p2}$  から変換部分画像  $A_{p2r}$  全体を生成することなく、パノラマ画像  $F_c$  を構成する画素の階調値を計算することができる。このような処理においても、階調値を求める画素はパノラマ画像  $F_c$  を構成する画素のみである。すなわち、原画像データが記録している画像の領域の和の領域すべてについて、画素の階調値を求めているわけではない。よって、パノラマ画像  $F_c$  のデータを生成する際の計算量が少ない。

[0092]

C. 第 3 実施例 :

25 第 3 実施例は、原画像データとパノラマ画像データの画素の関係と、原画像データの数と、が第 1 実施例とは異なる。他の点は第 1 実施例と同じである。

[0093]

図 1 2 は、第 3 実施例において、ディスプレイ 1 1 0 上で画像生成領域  $A_L$

c を決定する際のユーザインターフェイス画面を示す説明図である。第 3 実施例では、原画像データ F 3, F 4, F 5 から 1 個のパノラマ画像 F c が合成される。原画像データ F 3, F 4, F 5 は、山 M t 1 ~ M t 4、海 S a、空 S k が見える風景を、それぞれフレームをずらして撮した 3 枚の画像のデータである。

[0094]

第 3 実施例では、図 2 のステップ S 4 で、原画像データ F 3, F 4, F 5 から低解像度データ F L 3, F L 4, F L 5 が生成される。そして、ステップ S 6 で、低解像度データ F L 3, F L 4, F L 5 の各画像の相対位置が計算される。たとえば、低解像度データ F L 3 の画像と低解像度データ F L 4 の画像の相対位置は、特徴点 S p 3 同士および特徴点 S p 4 同士のずれがそれぞれ所定の範囲内となるような相対位置に決定される。また、低解像度データ F L 4 の画像と低解像度データ F L 5 の画像の相対位置は、特徴点 S p 5 同士および特徴点 S p 6 同士のずれがそれぞれ所定の範囲内となるような相対位置に決定される。

[0095]

第 1 実施例では、低解像度データ F L 1, F L 2 の画像は、設定された特徴点 S p 1 ~ S p 3 のすべてについて、互いの位置のずれが所定の範囲内となるように、相対位置が確定された。しかし、相対位置の計算の際にはすべての特徴点が一致するような相対位置を求める必要はない。ただし、少なくとも 2 個以上の特徴点について、それぞれのずれ量が所定の範囲内となるような相対位置を求めることが好ましい。

[0096]

図 2 のステップ S 8 では、ユーザによって画像生成領域 A L c が指定される。図 1 2 に示すように、第 3 実施例においては、画像生成領域 A L c の各辺は、低解像度データ F L 3, F L 4, F L 5 の各画像のいずれの辺とも平行ではない。その結果、最終的に生成するパノラマ画像 F c の画素の並び方向と、原画像データ F 3, F 4, F 5 の画像の画素の並び方向とは一致しない。よって

、図2のステップS12で生成される各部分画像の画素の並び方向は、最終的に生成するパノラマ画像F<sub>c</sub>の画素の並び方向と、一致しないことになる。

[0097]

第3実施例においては、パノラマ画像F<sub>c</sub>の階調値を計算する際には、図8  
5 のステップS32において、原画像データF<sub>3</sub>、F<sub>4</sub>、F<sub>5</sub>から生成されるすべての部分画像A<sub>p3</sub>、A<sub>p4</sub>、A<sub>p5</sub>について、第1実施例の部分画像A<sub>p2</sub>と同様にアフィン変換を行って、変換部分画像A<sub>p3r</sub>、A<sub>p4r</sub>、A<sub>p5r</sub>を生成する。そして、その後、ステップS34において、各変換部分画像A<sub>p3r</sub>、A<sub>p4r</sub>、A<sub>p5r</sub>について互いの相対位置を決定する。相対位置の  
10 決定の仕方については、低解像度データF<sub>L3</sub>、F<sub>L4</sub>、F<sub>L5</sub>の相対位置の決定の仕方と同様である。その後、ステップS36でパノラマ画像F<sub>c</sub>の階調値を計算する。

[0098]

第3実施例においては、原画像データF<sub>3</sub>、F<sub>4</sub>、F<sub>5</sub>から生成されるすべての部分画像について、変換部分画像を生成している。このため、原画像データ  
15 の画像の向きに拘束されることなく、自由な向きおよび形状のパノラマ画像を形成することができる。

[0099]

D. 変形例：

20 なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

[0100]

第1実施例においては、低解像度部分画像A<sub>Lp1</sub>、A<sub>Lp2</sub>にそれぞれ対応する部分である部分画像A<sub>p1</sub>、A<sub>p2</sub>が、原画像データF<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>から計算された。そして、生成されるパノラマ画像F<sub>c</sub>の辺F<sub>c1</sub>、F<sub>c2</sub>の方向（すなわち、画素の並びの方向P<sub>Lc</sub>）に対して、自己が有する画素の並びの方向P<sub>L2</sub>が所定の角度を有している部分画像A<sub>p2</sub>について、回転および拡大  
25

または縮小の変換が行われた。しかし、このような処理は、原画像データ  $F_2$  の画像の一部から選択された部分画像  $A_{p2}$  についてのみ行うのではなく、他の部分も含む所定の処理領域について行うこともできる。

[0101]

- 5 図 1 3 は、原画像データ  $F_1$ 、 $F_2$  の画像および部分画像  $A_{p1}$ 、 $A_{p2}$  並びに処理領域  $A_{p1'}$ 、 $A_{p2'}$  の関係を示す説明図である。図 1 3 の左側に示す原画像データ  $F_1$  においては、部分画像  $A_{p1}$  の領域と、パノラマ画像  $F_c$  の生成に使用する処理領域  $A_{p1'}$  とは、同じ領域である。これに対して、
- 10 図 1 3 の右側に示す原画像データ  $F_2$  においては、パノラマ画像  $F_c$  の生成に使用するために所定の処理を行う処理領域  $A_{p2'}$  は、部分画像  $A_{p2}$  の領域と、部分画像  $A_{p2}$  外の領域とを含む所定の領域である。

[0102]

- 処理領域  $A_{p2'}$  は、原画像データ  $F_2$  に含まれ部分画像  $A_{p2}$  の外周から所定の距離  $\delta$  の範囲内にある領域と、部分画像  $A_{p2}$  の領域と、を含む領域である。図 1 3 の態様においては、この処理領域  $A_{p2'}$  について、回転および
- 15 拡大または縮小の変換を行って、変換処理領域  $A_{p2r'}$  を生成する。その後、変換処理領域  $A_{p2r'}$  から、低解像度部分画像  $A_{Lp2}$  に対応する部分である変換部分画像  $A_{p2r}$  を取り出す。そして、変換部分画像  $A_{p2r}$  を使用して、第 1 実施例に示したような方法でパノラマ画像  $F_c$  の生成を行う。

20 [0103]

このような態様とすれば、部分画像  $A_{p2}$  の領域を超えた領域の画像も考慮して回転および拡大または縮小の変換を行って、変換処理領域  $A_{p2r'}$  を生成することができる。このため、変換処理領域  $A_{p2r'}$  から取り出される変換部分画像  $A_{p2r}$  の外周近傍の画像の品質を高くすることができる。

25 [0104]

なお、処理領域  $A_{p2'}$  は、たとえば、部分画像  $A_{p2}$  の外周から、主走査方向または副走査方向の画素の 1 辺の長さ 3 個分の距離の範囲内にある領域と、部分画像  $A_{p2}$  の領域と、から生成することができる。また、処理領域  $A_p$

2' は、たとえば、部分画像 A p 2 の外周から画素の 1 辺の長さ 2 個分の距離の範囲内にある領域と、部分画像 A p 2 の領域と、から生成することもできる。しかし、合成画像 F c を生成するための所定の処理を行う処理領域は、このような態様に限らず、部分原画像を含む任意の領域とすることができる。そして、図 1 3 の原画像データ F 1 や第 1 実施例のように、所定の処理を行う処理領域を、部分原画像の領域に等しい領域とすることもできる。

[0105]

また、第 1 実施例では、生成するパノラマ画像の画素の密度と、原画像データの画素の密度とは同じであった。しかし、生成するパノラマ画像の画素の密度と、原画像データの画素の密度とは異なってもよい。生成するパノラマ画像の画素の密度と、原画像データの画素の密度とが異なっている場合には、図 8 のステップ S 3 2 において変換部分画像を生成する際に、変換部分画像を、生成するパノラマ画像の画素の密度と同じ画素の密度で生成すればよい。

[0106]

また、第 1 実施例では、低解像度データ F 1, F 2 の画素の密度は、原画像データの画素の密度の 50% であった。しかし、取得した画像（原画像データ）から解像度変換によって生成する画像（低解像度データ）の画素の密度は、これに限られるものではなく、取得した画像の画素の密度よりも低いものであればよい。ただし、解像度変換によって生成する画像の画素のピッチは、取得した画像の画素のピッチの 30% ~ 80% であることが好ましく、取得した画像の画素のピッチの 40% ~ 60% であることがさらに好ましい。

[0107]

また、解像度変換によって生成する画像の画素のピッチは  $1/n$  とすることも好ましい。ここで、 $n$  は正の整数である。このような態様とすれば、解像度変換を行う際の計算量を少なくすることができる。また、生成される画像の画質の劣化も少ない。

[0108]

さらに、共通する画像部分を含む複数の画像の相対位置を決定する際には、

それらの画像が図 1 2 に示すように一方向にほぼ 1 列に並ぶ場合には、ユーザは、マウスを使ってユーザインターフェイス画面上で各画像をドラッグする代わりに、それらの画像の並び順を表す数値や符号をキーボード 1 2 0 からコンピュータ 1 0 0 に入力することとしてもよい。

5 [0109]

上記第 1 実施例では、部分画像のうちの一つである部分画像 A p 1 については、画素の階調値をそのまま使用し、他方の部分画像 A p 2 については、輝度の平均値が部分画像 A p 1 の輝度の平均値に近づくように、階調値の調整を行っていた（式（4）参照）。しかし、階調値の調整は、基準となる部分画像の  
10 階調値に他の部分画像の階調値を合わせるような調整には限られない。すなわち、階調値の調整は、すべての部分画像について互いの輝度などの評価値ずれが所定の範囲内となるように、調整を行う態様とすることができる。

[0110]

上記実施例では、原画像データの各画素はレッド、グリーン、ブルーの階調  
15 値を有していた。しかし、原画像データの各画素はシアン、マゼンタ、イエロなどの、他の組み合わせの色の階調値を有する態様とすることもできる。

[0111]

上記実施例において、ハードウェアによって実現されていた構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現  
20 されていた構成の一部をハードウェアに置き換えるようにしてもよい。例えば、図 1 に示したような低解像度データ生成部、相対位置決定部などの機能部による処理をハードウェア回路で行うこととしてもよい。

[0112]

While the invention has been described with reference to preferred  
25 exemplary embodiments thereof, it is to be understood that the invention is not limited to the disclosed embodiments or constructions. On the contrary, the invention is intended to cover various modifications and equivalent arrangements. In addition, while

the various elements of the disclosed invention are shown in various combinations and configurations, which are exemplary, other combinations and configurations, including more less or only a single element, are also within the spirit and scope of the invention.

5 [0113] The program product may be realized as many aspects. For example:

(i) Computer readable medium, for example the flexible disks, the optical disk, or the semiconductor memories;

10 (ii) Data signals, which comprise a computer program and are embodied inside a carrier wave;

(iii) Computer including the computer readable medium, for example the magnetic disks or the semiconductor memories; and

(iv) Computer temporally storing the computer program in the memory through the data transferring means.

15



## CLAIMS

What Is Claimed Is:

1. 共通する画像を互いに含む複数の原画像からパノラマ画像を生成する方法であって、
  - 5 (a) 前記原画像よりも解像度の低い低解像度画像を前記各原画像から生成する工程と、
    - (b) 前記共有されている画像領域から特定される前記低解像度画像の互いの重なりの状態を特定することにより、前記パノラマ画像を生成することができる生成可能領域を決定する工程と、
  - 10 (c) 前記生成可能領域内において、前記低解像度画像の1個分の領域を超える領域を、前記パノラマ画像を生成する画像生成領域として決定する工程と、
    - (d) 前記複数の原画像から、前記画像生成領域に対応する領域を有する前記パノラマ画像を生成する工程と、を有する方法。
- 15 2. 複数の原画像から合成画像を生成する画像の生成方法であって、
  - 生成すべき前記合成画像に含まれ、かつ前記複数の原画像のいずれかに含まれる複数の部分原画像を決定し、
    - 前記合成画像を生成するための所定の処理を、前記原画像のうち前記部分原
  - 20 画像を含む所定の処理領域以外の部分については行わずに、前記処理領域について行って、前記複数の部分原画像に基づいて前記合成画像を生成する、画像の生成方法。
3. 請求項2記載の画像生成方法であって、
  - 前記処理領域は、
    - 25 前記原画像に含まれ前記部分画像の外周から所定の距離の範囲内にある領域と、
      - 前記部分原画像の領域と、を含む、画像の生成方法。

4. 請求項 2 記載の画像生成方法であって、  
前記処理領域は、前記部分原画像の領域に等しい、画像の生成方法。

5. 請求項 4 記載の画像生成方法であって、  
5 前記合成画像は、画像を構成する画素の密度が前記低解像度画像よりも高く、  
前記原画像の 1 個分の領域を超える領域を有する、方法。

6. 請求項 4 記載の画像の生成方法であって、  
前記合成画像を生成するための所定の処理は、画素の階調値の計算であり、  
10 前記合成画像を生成する工程は、  
前記合成画像に含まれない画素の階調値を計算せずに、  
前記合成画像を構成する各画素の階調値を、前記複数の部分原画像を構成する  
各画素の階調値に基づいて計算する工程を含む、画像の生成方法。

15 7. 請求項 4 記載の画像の生成方法であって、  
前記複数の原画像は、同一の対象が記録された部分を互いに含み、  
前記部分原画像を決定する工程は、  
(a) 前記複数の原画像について解像度の変換を行って、前記原画像よりも解  
像度の低い複数の低解像度画像を生成する工程と、  
20 (b) 前記低解像度画像のうち前記同一の対象が記録された部分に基づいて、  
前記複数の低解像度画像の領域から、前記各低解像度画像の領域の和の領域を  
決定する工程と、  
(c) 前記和の領域内に、前記低解像度画像の 1 個分の領域を超える画像生成  
領域を決定する工程と、  
25 (d) 前記部分原画像として、前記各低解像度画像のうち前記画像生成領域に  
含まれる低解像度部分画像に対応する前記各原画像の部分を決定する工程と、  
を含む、方法。

8. 請求項7記載の画像生成方法であって、

前記部分原画像は、前記解像度の変換を行った場合には、それぞれ前記低解像度部分画像の一つと等しい画像を生成することができる画像であり、

前記工程(d)は、

- 5 前記低解像度部分画像と前記低解像度画像との関係と、前記複数の原画像と、に基づいて前記部分原画像を決定する工程を含む、方法。

9. 請求項7記載の画像の生成方法であって、

前記低解像度画像は、画素のピッチが前記原画像の画素のピッチの30%～

- 10 80%である、画像の生成方法。

10. 請求項7記載の画像の生成方法であって、

前記工程(b)は、

- 15 (b1) 前記同一の対象が記録された部分に基づいて、前記複数の低解像度画像同士の相対位置を計算する工程を含み、

前記工程(c)は、

(c1) 前記相対位置にしたがって前記複数の低解像度画像を、前記和の領域として表示部に表示する工程と、

(c2) 前記画像生成領域を仮に設定する工程と、

- 20 (c3) 前記仮に設定された画像生成領域を前記複数の低解像度画像と重ねて前記表示部に表示する工程と、

(c4) 前記画像生成領域を設定しなおす工程と、

(c5) 前記設定しなおされた画像生成領域を前記画像生成領域として決定する工程と、を含む画像の生成方法。

25

11. 請求項10記載の画像の生成方法であって、

前記工程(b1)は、

(b2) 前記複数の低解像度画像同士の概略の相対位置に関するユーザの指示

を受け取る工程と、

(b 3) 前記ユーザによって指示された相対位置に基づいて、前記同一の対象が記録された部分同士のとずれが所定の範囲内となるように、前記複数の低解像度画像同士の相対位置を計算する工程と、を含む、を含む画像の生成方法。

5

1 2. 請求項 1 1 記載の画像の生成方法であって、

前記工程 (b 2) は、前記複数の低解像度画像のうちの少なくとも二つを表示部に表示する工程を含み、

10 前記複数の低解像度画像同士の相対位置に関する指示の少なくとも一部は、ユーザが、前記表示部に表示された少なくとも二つの低解像度画像のうちの一つを、他の低解像度画像の上に、一部が重なるように移動させることによってなされる、画像の生成方法。

1 3. 請求項 1 1 記載の画像の生成方法であって、

15 前記工程 (b 2) は、

前記複数の低解像度画像同士の相対位置に関する指示として、前記複数の低解像度画像の所定の方向に沿った順番に関する指示を受け取る工程を含み、

前記工程 (b 1) は、さらに、

20 (b 4) 前記順番にしたがって、前記複数の低解像度画像同士の相対位置を決定する工程を含む、画像の生成方法。

1 4. 共通する画像を互いに含む複数の原画像からパノラマ画像を生成する画像生成装置であって、

25 前記原画像よりも解像度の低い低解像度画像を前記各原画像から生成する低解像度画像生成部と、

前記共有されている画像領域から特定される前記低解像度画像の互いの重なり状態を特定することにより、前記パノラマ画像を生成することができる生成可能領域を決定する生成可能領域決定部と、

前記生成可能領域内において、前記低解像度画像の1個分の領域を超える領域を、前記パノラマ画像を生成する画像生成領域として決定する生成領域決定部と、

- 5 前記複数の原画像から、前記画像生成領域に対応する領域を有する前記パノラマ画像を生成する拡張画像生成部と、を有する画像生成装置。

15 15. 複数の原画像から合成画像を生成する画像生成装置であって、  
生成すべき前記合成画像に含まれ、かつ前記複数の原画像のいずれかに含まれる複数の部分原画像を決定し、

- 10 前記合成画像を生成するための所定の処理を、前記原画像のうち前記部分原画像を含む所定の処理領域以外の部分については行わずに、前記処理領域について行って、前記複数の部分原画像に基づいて前記合成画像を生成する、画像生成装置。

- 15 16. 請求項15記載の画像生成装置であって、  
前記処理領域は、  
前記原画像に含まれ前記部分画像の外周から所定の距離の範囲内にある領域と、  
前記部分原画像の領域と、を含む、画像の生成装置。

20

17. 請求項15記載の画像生成装置であって、  
前記処理領域は、前記部分原画像の領域に等しい、画像の生成装置。

- 25 18. 請求項17記載の画像生成装置であって、  
前記合成画像は、画像を構成する画素の密度が前記低解像度画像よりも高く、前記原画像の1個分の領域を超える領域を有する、画像生成装置。

19. 請求項17記載の画像生成装置であって、

- 前記合成画像を生成するための所定の処理は、画素の階調値の計算であり、  
 前記合成画像を生成する際には、  
 前記合成画像に含まれない画素の階調値を計算せずに、  
 前記合成画像を構成する各画素の階調値を、前記複数の部分原画像を構成す  
 5 る各画素の階調値に基づいて計算する、画像生成装置。

20. 請求項17記載の画像生成装置であって、  
 前記複数の原画像は、同一の対象が記録された部分を互いに含み、  
 前記複数の原画像について解像度の変換を行って、前記原画像よりも解像度  
 10 の低い複数の低解像度画像を生成する低解像度画像生成部と、  
 前記低解像度画像のうち前記同一の対象が記録された部分に基づいて、前記  
 複数の低解像度画像から、前記各低解像度画像の領域の和の領域を決定する和  
 領域決定部と、  
 前記和の領域内に、前記低解像度画像の1個分の領域を超える画像生成領域  
 15 を決定する生成領域決定部と、  
 前記部分原画像として、前記各低解像度画像のうち前記画像生成領域に含ま  
 れる低解像度部分画像に対応する前記各原画像の部分を決定する部分画像生成  
 部と、を含む、画像生成装置。

- 20 21. 請求項20記載の画像生成装置であって、  
 前記部分原画像は、前記解像度の変換を行った場合には、それぞれ前記低解  
 像度部分画像の一つと等しい画像を生成することができる画像であり、  
 前記部分画像生成部は、  
 前記低解像度部分画像と前記低解像度画像との関係と、前記複数の原画像と  
 25 、に基づいて前記部分原画像を決定する、画像生成装置。

22. 請求項20記載の画像生成装置であって、  
 前記低解像度画像は、画素のピッチが前記原画像の画素のピッチの30%～

80%である、画像生成装置。

23. 請求項20記載の画像生成装置であって、さらに、画像を表示することができる表示部を含み、

5 前記和領域決定部は、

前記同一の対象が記録された部分に基づいて、前記複数の低解像度画像同士の相対位置を計算することができ、

前記生成領域決定部は、

10 前記和の領域として、前記相対位置にしたがって前記複数の低解像度画像を表示部に表示することができ、

前記画像生成領域を仮に設定する指示を受け取ることができ、

前記仮に設定された画像生成領域を前記複数の低解像度画像と重ねて前記表示部に表示することができ、

前記画像生成領域を設定しなおす指示を受け取ることができ、

15 前記設定しなおされた画像生成領域を前記画像生成領域として決定する、画像生成装置。

24. 請求項23記載の画像生成装置であって、

前記和領域決定部は、

20 前記複数の低解像度画像同士の概略の相対位置に関するユーザの指示を受け取り、

前記ユーザによって指示された相対位置に基づいて、前記同一の対象が記録された部分同士のずれが所定の範囲内となるように、前記複数の低解像度画像同士の相対位置を計算する、画像生成装置。

25

25. 請求項24記載の画像生成装置であって、さらに、画像を表示することができる表示部を含み、

前記和領域決定部は、前記複数の低解像度画像のうちの少なくとも二つを前

記表示部に表示し、

前記複数の低解像度画像同士の相対位置に関する指示の少なくとも一部は、ユーザが、前記表示部に表示された少なくとも二つの低解像度画像のうちの一つを、他の低解像度画像の上に、一部が重なるように移動させることによって  
5 なされる、画像生成装置。

26. 請求項24記載の画像生成装置であって、

前記和領域決定部は、

前記複数の低解像度画像同士の相対位置に関する指示として、前記複数の低  
10 解像度画像の所定の方向に沿った順番に関する指示を受け取り、  
前記順番にしたがって、前記複数の低解像度画像同士の相対位置を決定する  
、画像生成装置。

27. 共通する画像を互いに含む複数の原画像からパノラマ画像を生成す  
15 ためのコンピュータプログラムプロダクトであって、

前記コンピュータプログラムプロダクトは、

コンピュータ読み取り可能な媒体と、

前記コンピュータ読み取り可能な媒体に格納されたコンピュータプログラム  
と、を含み、

20 前記コンピュータプログラムは、

前記原画像よりも解像度の低い低解像度画像を前記各原画像から生成する部  
分と、

前記共有されている画像領域から特定される前記低解像度画像の互いの重な  
りの状態を特定することにより、前記パノラマ画像を生成することができる生  
25 成可能領域を決定する部分と、

前記生成可能領域内において、前記低解像度画像の1個分の領域を超える領  
域を、前記パノラマ画像を生成する画像生成領域として決定する部分と、

前記複数の原画像から、前記画像生成領域に対応する領域を有する前記パノ



ラマ画像を生成する部分と、を含む、コンピュータプログラムプロダクト。

28 複数の原画像から合成画像を生成するためのコンピュータプログラムプロダクトであって、

5 コンピュータ読み取り可能な媒体と、

前記コンピュータ読み取り可能な媒体に格納されたコンピュータプログラムと、を含む、

前記コンピュータプログラムは、

生成すべき前記合成画像に含まれ、かつ前記複数の原画像のいずれかに含まれる複数の部分原画像を決定する第1の部分と、

10 前記合成画像を生成するための所定の処理を、前記原画像のうち前記部分原画像を含む所定の処理領域以外の部分については行わずに、前記処理領域について行って、前記複数の部分原画像に基づいて前記合成画像を生成する第2の部分と、を含むコンピュータプログラムプロダクト。

15

29. 請求項28記載のコンピュータプログラムプロダクトであって、

前記処理領域は、

前記原画像に含まれ前記部分画像の外周から所定の距離の範囲内にある領域と、

20 前記部分原画像の領域と、を含む、コンピュータプログラムプロダクト。

30. 請求項28記載のコンピュータプログラムプロダクトであって、

前記処理領域は、前記部分原画像の領域に等しい、コンピュータプログラムプロダクト。

## ABSTRACT

互いに一部が重複している複数の画像を合成して広範囲な画像を得る際に、少ない計算量で目的の広範囲な画像を得る。まず、画素の密度が高く、同一の対象が記録された部分を互いに含む複数の第1の画像を準備する（S 2）。次に、第1の画像をそれぞれ解像度変換して、画素の密度が低い第2の画像を生成する（S 4）。そして、同一の対象が記録された部分に基づいて、第2の画像同士の相対位置を計算する（S 6）。その後、各第2の画像が記録している領域の和の領域内において、画像生成領域を決定する（S 8）。そして、各第2の画像のうち画像生成領域内に含まれる部分である第1の部分画像を決定する（S 10）。その後、第1の画像の一部であって、それぞれ第1の部分画像に対応する第2の部分画像を決定する（S 12）。最後に、第3の画像を第2の部分画像に基づいて生成する（S 14）。